

(11) 公告編號: 357556

(44) 中華民國88年(1999)08月21日

發明

全 24 頁

(51) Int. Cl. 6: H01L21/302

(54) 名稱: 電漿處理裝置及電漿處理方法

(21) 申請案號: 87104565

(22) 申請日期: 中華民國87年(1998)03月26日

(30) 優先權: (31) 73063

(32) 1997/03/26 (33) 日本

(72) 發明人:

增山俊夫

日本

佐佐木一郎

日本

三谷克彦

日本

福本英士

日本

加治哲德

日本

小泉真

日本

伊藤健志

日本

渡邊克哉

日本

白米茂

日本

大坪徹

日本

(71) 申請人:

日立製作所股份有限公司

日本

(74) 代理人: 林志剛 先生

1

2

[57] 申請專利範圍:

1. 一種電漿處理裝置, 主要具備有, 被配設於處理室之一對電極, 和施加高頻電場於該一對電極間之高頻電源, 及搬運試樣至前述處理室內用之試樣搬運機構, 而在前述處理室內予以處理裝載於前述電極之一方的試樣用者, 其特徵為:

具備有可在前述一對電極間隙形成對於前述電極主面成平行磁場用之磁場形成機構。

2. 一種電漿處理裝置, 主要具備有, 被配設於處理室之一對電極, 和施加高頻電場於該一對電極間之高頻電源, 及可在前述一對電極間隙形成對於前述電極主面為平行成分且成為支配(控制)性之磁場用之磁場形成機構, 而在前述處理室內予以處理裝載於前述電極之一方的試樣者, 其特徵為:

將在前述電極主面近旁之對應於略整面之位置, 予以形成由在電漿護皮部之電

場和前述磁場之相互作用所形成之電子諧振領域。

3. 如申請專利範圍第2項所述之電漿處理裝置, 其中將前述電子諧振做成, 對於前述高頻電力之頻率 f 以如下 B_c (高士) $= 0.357 \times f(\text{MHz})$ 來定義之磁場強度 B_c 所產生之電子迴旋加速器諧振, 及以 B_s (高士) $= 1/2 \times 0.357 \times f(\text{MHz})$ 所定義之磁場強度 B 所產生之電子護皮諧振中之至少一方者。

10. 4. 如申請專利範圍第2或3項所述之電漿處理裝置, 其中前述高頻電源將施加20MHz至300MHz之高頻電力於一對電極間,

15. 而由前述磁場形成機構所形成之磁場強度使之能在2高士以上100高士以下之範圍加以任意地來控制, 以控制在前述電子諧振領域之電子諧振者。

20. 5. 如申請專利範圍第4項所述之電漿處理

- 裝置，其中以控制在前述電子諧振領域之電子諧振來控制電漿密度。電漿之電子能量分布。處理氣體之解離狀態。電漿之均勻性。
- 6.如申請專利範圍第2或3項所述之電漿處理裝置，其中前述高頻電源係要施加40MHz至150MHz之高頻電力於前述一對電極間者。
- 7.如申請專利範圍第2或3項所述之電漿處理裝置，其中前述磁場形成機構係能在前述一對電極之至少一方之會接觸於電漿之面，朝著與由前述高頻電源所產生之電場相交叉之方向予以形成在60高士以下之範圍可加以任意控制之磁場強度。
- 8.一種電漿處理方法，主要具備有，被配設於處理室之一對電極，和施加高頻電場於該一對電極間之高頻電源，及可在前述一對電極間隙形成對於前述電極主面為平行成分且成為支配性之磁場用之磁場形成機構，而在前述處理室內予以處理裝載於前述電極之一方的試樣者，其特徵為：
- 由前述高頻電源來施加20MHz至300MHz之高頻電力於一對電極間，由前述磁場形成機構來形成可在2高士以上100高士以下之範圍內任意地加以控制之磁場，且在對應於前述一對電極之至少一方主面近旁之略整面的位置，於電子諧振磁場強度下由前述磁場和電漿護皮部之電場之相互作用來形成電子諧振，並以前述磁場形成機構控制前述電子諧振，而加以控制電漿密度。電漿之電子能量分布。處理氣體之解離狀態。電漿之均勻性。
- 9.如申請專利範圍第1項所述之電漿處理裝置，其中前述磁場形成機構乃包括有，被配置成相對向於前述一對電極外側而中心線對於裝載前述試樣之電極主

- 面略成平行之複數個線圈，及覆蓋著該複數個線圈及前述處理室之至少一部分之磁性體，且會形成在前述一對電極之間隙對於前述電極主面形成平行之成分會成分支配性之磁場。
- 10.如申請專利範圍第1項所述之電漿處理裝置，其中前述磁場形成機構乃具備有：在較前述試樣設置面及試樣搬運機構為上方且成相對向所設置之一對或4~12個之線圈；和具備貫穿或垂下包括該線圈內之至少下方領域之領域的構造之磁性體；及覆蓋該複數個之線圈及前述處理室之至少一部分之磁性體，且會在前述試樣設置面近旁予以形成水平成分為主之磁場向量。
- 11.如申請專利範圍第9或10項所述之電漿處理裝置，其中前述磁性體之比導磁率在於100~10000之範圍，前述磁性體之線圈內貫穿部乃位於線圈內下方位置，而貫穿部剖面積在於磁通不會成為飽和之範圍之小型者。
- 12.如申請專利範圍第9或10項所記載之電漿處理裝置，其中具備有以對於前述各線圈使之流動成時間調變之電流，而使磁場以一定週期在前述一對成相對向之電極間隙中使之產生變化的線圈電源。
- 13.如申請專利範圍第12項所述之電漿處理裝置，其中將前述線圈電源之電流予以控制成在前述一對成相對向之電極間隙的磁場以5~15Hz之程度的週期來產生變化。
- 14.如申請專利範圍第12項所述之電漿處理裝置，其中予以設定要流動於各線圈之電流值，以使在各時間之磁場能形成為對於主方向為垂直且對主電極面為水平方向之磁場傾斜(斜度)。
- 15.一種電漿處理方法，主要處理室內要處理被載置於電極之試樣者，其特徵

為：

由具備有，在較前述試樣設置面及試樣搬運機構為上方且成相對向所設置之一對或4~12個之線圈，和具備貫穿或垂下包括該線圈內之至少下方領域之領域的磁性體，及覆蓋該複數個之線圈與前述處理室之至少一部分之磁性體的磁場形成機構，予以形成會在前述一對電極間隙中對於主面為平行之成分成為支配性之磁場，

且前述電極亦予以施加高頻電場，以對於被載置在前述電極上之試樣進行電漿處理者。

16.如申請專利範圍第15項所述之電漿處理方法，其中前述線圈乃以4個至12個來構成，並以從線圈電源對於前述各線圈流動成時間調變之電流，以令磁場在前述電極間隙由一定週期來使之變化者。

17.如申請專利範圍第15項所述之電漿處理方法，其中將在前述電極間隙的磁場以1~50Hz程度之週期來加以變化者。

18.如申請專利範圍第1項所述之電漿處理裝置，其中配設有具備寬度與長度為相異之細長矩形狀之開縫狀之開口部之電漿之擴散防止機構。

19.如申請專利範圍第18項所述之電漿處理裝置，其中將前述電漿擴散防止機構之開縫狀開口部形成為同心圓狀，並使該開口部之開口方向與由前述磁場形成機構所形成之磁力線成為相交叉者。

圖式簡單說明：

第一圖係本發明之一實施例之電漿蝕刻裝置的剖面模式圖。

第二圖係顯示由第一圖之電漿蝕刻裝置之磁場形成機構所產生之磁場形成狀態和電子諧振領域之關係圖。

第三圖a~第三圖c係在護皮(部)之電子迴旋加速器諧振(ECR-S: Electron

Cyclotron Resonance)之原理說明圖

第四圖係在護皮(部)之電子迴旋加速器諧振之原理說明圖。

第五圖a~第五圖c係在護皮之電子護皮諧振(ESR: Electron Sheath Resonance)之原理說明圖。

第六圖係在護皮之電子護皮諧振之原理說明圖。

10. 第七圖係由模擬所計算之磁場會對於電漿密度所帶來之效果的結果。

第八圖係由模擬所計算之磁場會對於電漿之電子能量分佈變化所帶來之效果的結果。

15. 第九圖係由模擬所計算之磁場會對於Ar之離子化碰衝頻率所帶來之效果的結果。

第十圖係由模擬所計算之磁場會對於Ar之激勵碰衝頻率所帶給之效果的結果。

20. 第十一圖係顯示本發明之其他實施例之電漿蝕刻裝置的剖面模式圖，及磁場形成狀態和電子諧振領域之關係圖。

第十二圖係從上方觀看本發明之實施例之磁場形成機構的平面(俯視)圖。

25. 第十三圖係做為由磁場形成機構所形成之磁場圖型之一例子所顯示之發散型之磁場圖型的圖。

30. 第十四圖係做為由磁場形成機構所形成之磁場圖型之另一例子所顯示之鏡子型之磁場圖型之圖。

第十五圖係做為由磁場形成機構所形成之磁場圖型之另一例子所顯示之概略平行之磁場圖型之圖。

35. 第十六圖係顯示由離子電流密度以實驗來評價依據磁場所產生之電漿特性之變化的結果之圖。

第十七圖係顯示由Ar電漿之發光以實驗來評價依據磁場所產生之電漿特性之變化的結果之圖。

40. 第十八圖係顯示由CF、CF₂及F之

發光強度所量測之由磁場所產生之處理氣體之解離狀態之變化結果的圖。

第十九圖係顯示由CF₂、F之發光強度所量測之變化高頻電力時之處理氣體之解離狀態之變化結果的圖。

第二十圖係由孔之蝕刻形狀的改善效果來顯示依據磁場所產生之蝕刻特性之變化的蝕刻剖面形狀圖。

第二十一圖係由孔之蝕刻形狀的改善效果來顯示依據磁場所產生之蝕刻特性之變化圖。

第二十二圖係由微負載之改善效果來顯示由磁場所產生之蝕刻特性之變化圖。

第二十三圖係由增進蝕刻率之均勻性之效果來顯示依據磁場所產生之蝕刻特性之變化圖。

第二十四圖係顯示對於鏡子型之磁場，由CF₂及F之發光強度來量測依據磁場所產生之處理氣體之解離狀態之變化之結果圖。

第二十五圖係本發明之其他實施例之陰極耦合型之電漿蝕刻裝置之剖面模式圖。

第二十六圖係本發明之其他實施例之電漿蝕刻裝置之剖面模式圖。

第二十七圖係本發明之第1實施例之電漿蝕刻裝置的系統結構圖。

第二十八圖係第二十七圖之線圈立體圖。

第二十九圖係第二十七圖之線圈俯視圖。

第三十圖係第二十七圖之具有垂下型磁心(軛)之磁性體的立體圖。

第三十一圖a~第三十一圖b係線圈剖面方向之磁場二維解析圖。

第三十二圖係顯示依據本發明所產生縱向磁場成分比之減低效果。

第三十三圖a~第三十三圖d係磁場形成結構之磁性體結構例之圖。

第三十四圖係顯示以實驗所求出之各磁性體遮蔽之形狀及在試樣載置面附近之磁場的水平成分B之關係的結果之圖。

5. 第三十五圖a~第三十五圖d係具有垂下型磁心之磁性體及線圈剖面形狀的比較說明圖。

第三十六圖a~第三十六圖b係顯示本發明之其他實施例的線圈形狀圖。

10. 第三十七圖係本發明之第3實施例的蝕刻裝置之系統概略圖。

第三十八圖係本發明之其他實施例的線圈配置圖。

15. 第三十九圖係本發明之另一實施例的線圈配置圖。

第四十圖係顯示在第三十八圖及第三十九圖之實施例中，要旋轉磁場時之各線圈的磁場方向及合成磁場方向之變化圖。

20. 第四十一圖係顯示要流給於第四十圖之磁場旋轉時之各線圈的電流之圖。

第四十二圖係顯示以其他方法來旋轉磁場時之各線圈的磁場方向和合成磁場方向之變化圖。

25. 第四十三圖係顯示要流給於第四十二圖之磁場旋轉時之各線圈的電流之圖。

第四十四圖係顯示要使磁場旋轉之其他方法之圖。

30. 第四十五圖係以交替且重複地倒轉2個磁場來旋轉磁場之方法的說明圖。

第四十六圖係要使之具備成傾斜之磁場分布之實施例的說明圖。

第四十七圖係顯示依據本發明之電漿擴散防止機構的實施例。

35. 第四十八圖係顯示依據本發明之電漿擴散防止機構的其他實施例。

第四十九圖係由電漿擴散防止之磁場所產生之效果，以電漿之發光強度來顯示。

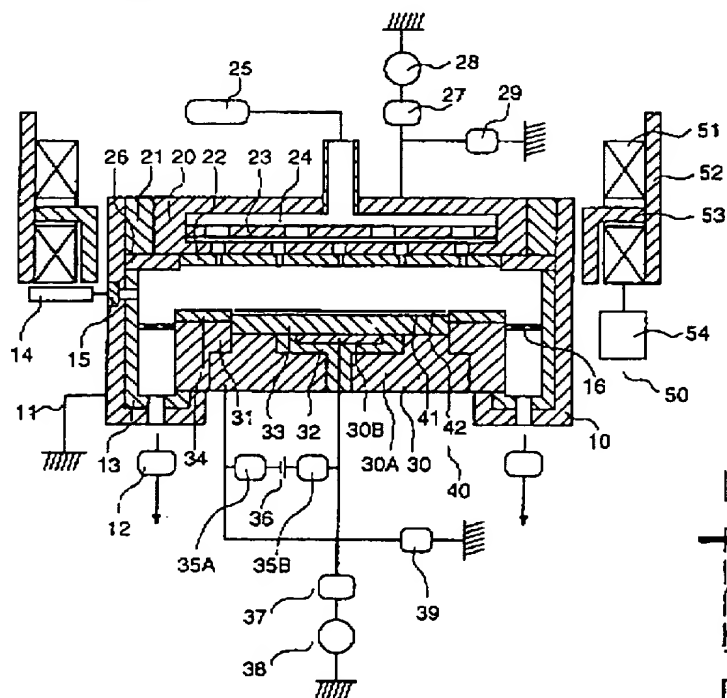
40. 第五十圖係顯示依據本發明的電漿

(5)

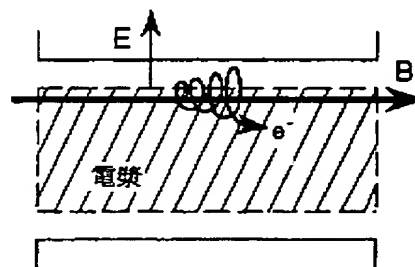
9

10

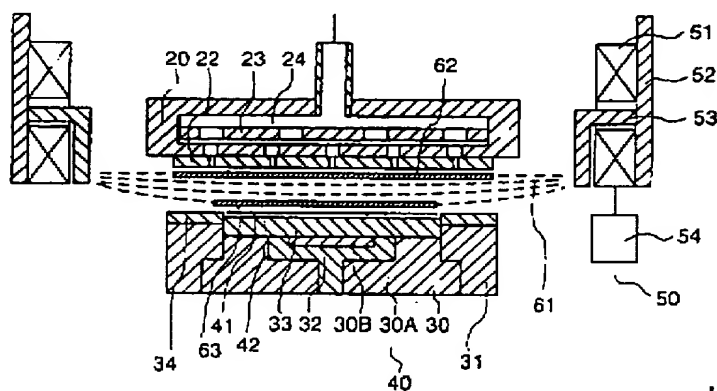
擴散防止機構之其他實施例。



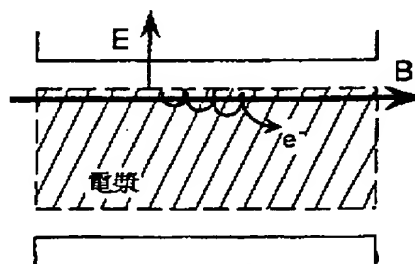
第一圖



第四圖

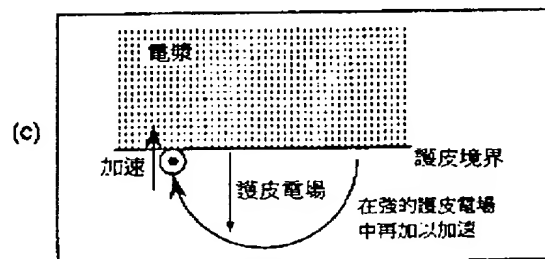
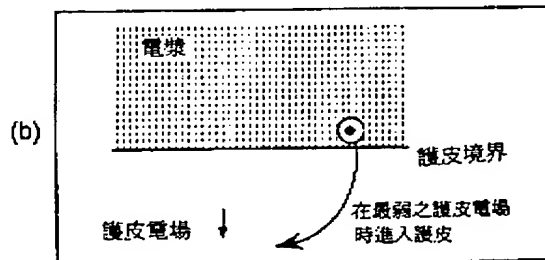
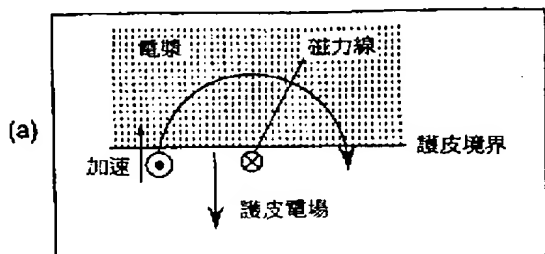


第二圖



第六圖

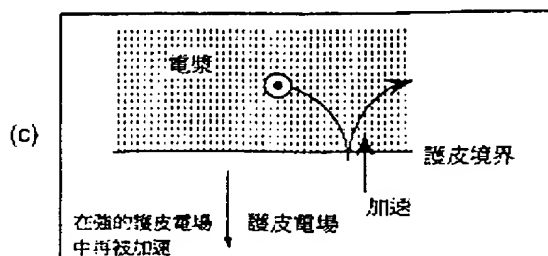
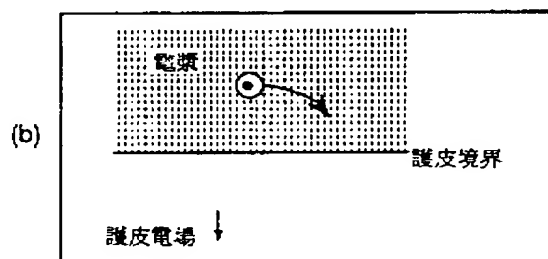
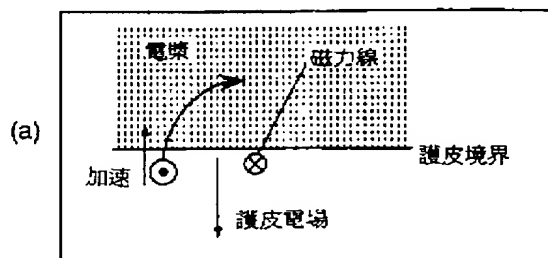
(6)



由 ECR 來加熱電子的原理

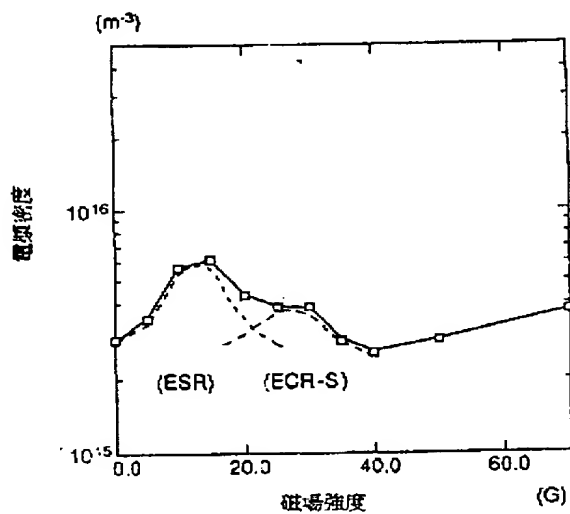
第三圖

第五圖

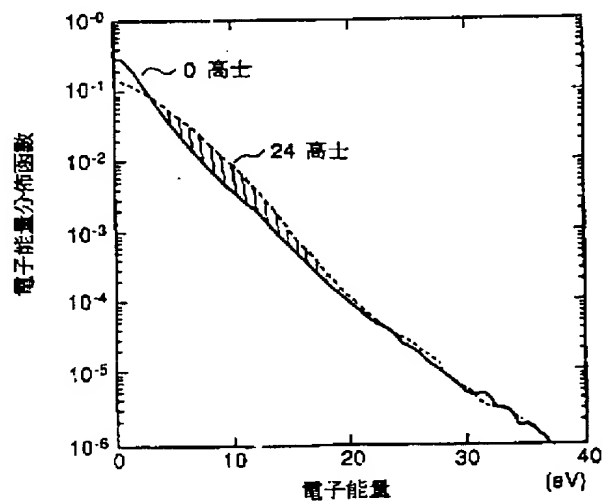


由 ESR 來電子加熱的原理

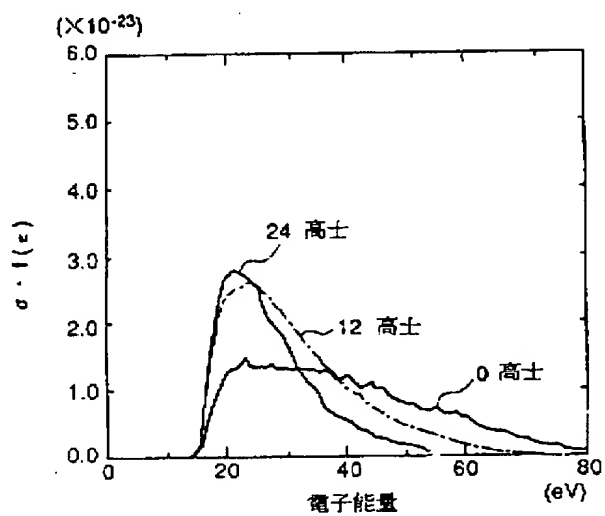
(7)



第七圖

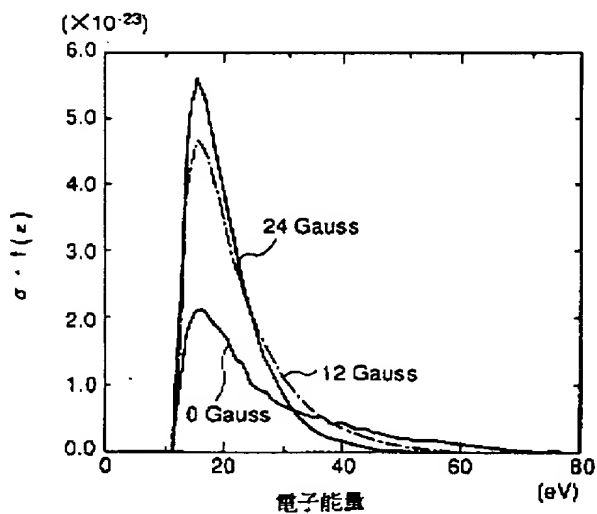


第八圖

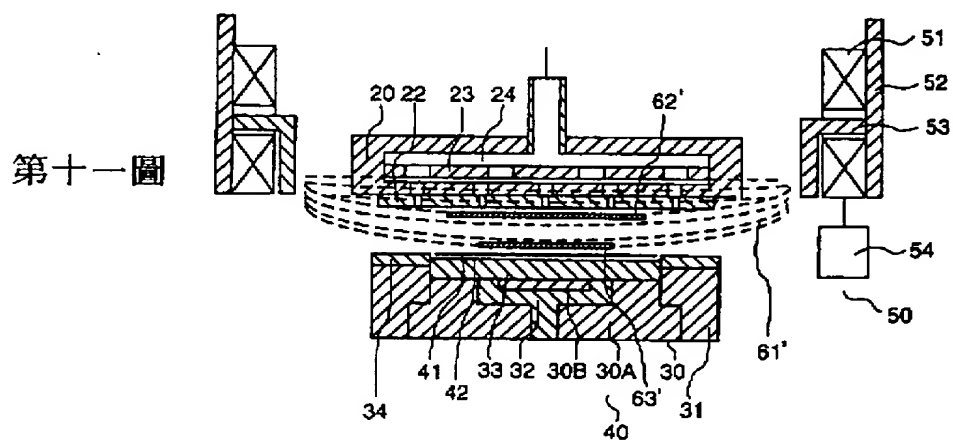


第九圖

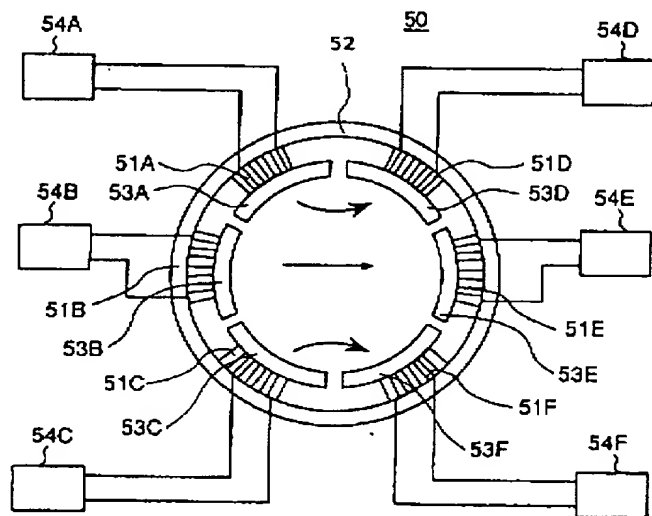
(8)



第十圖

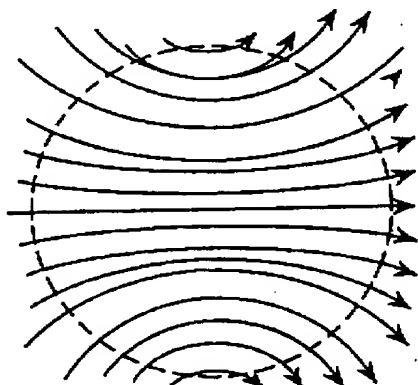


第十一圖

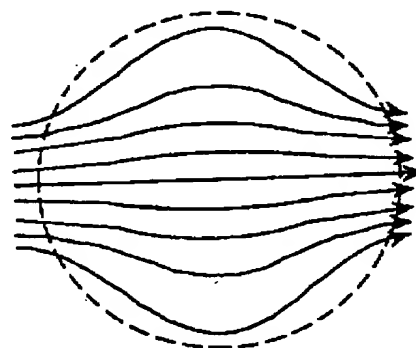


第十二圖

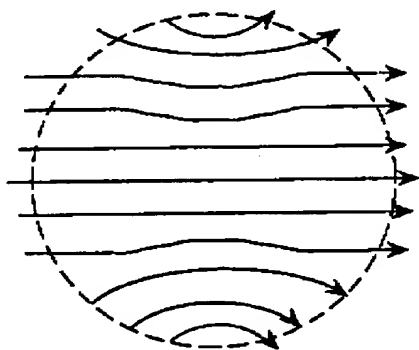
(9)



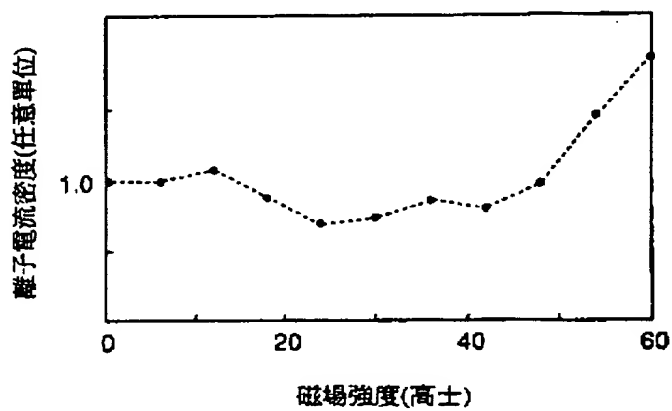
第十三圖



第十四圖

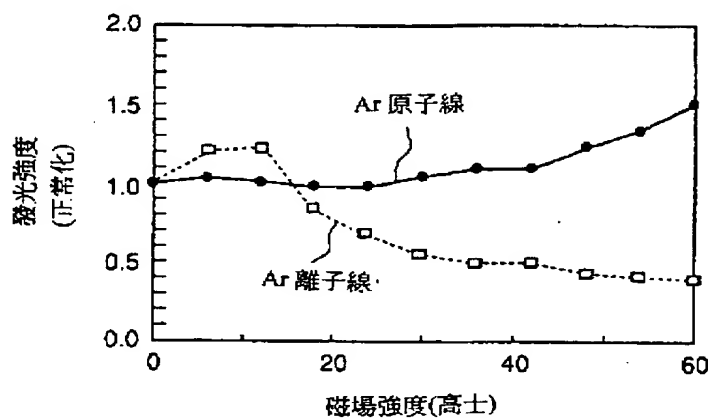


第十五圖

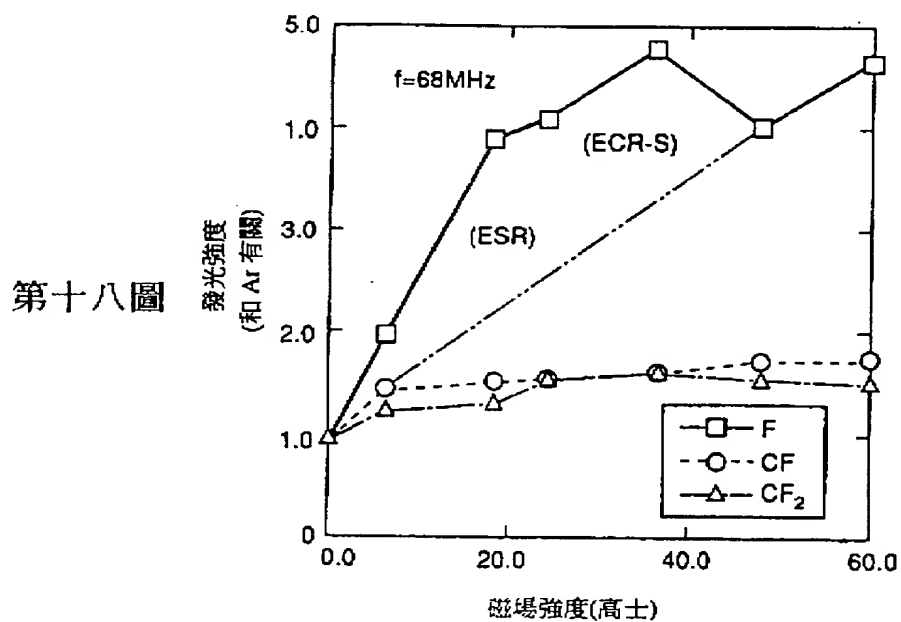


第十六圖

(10)



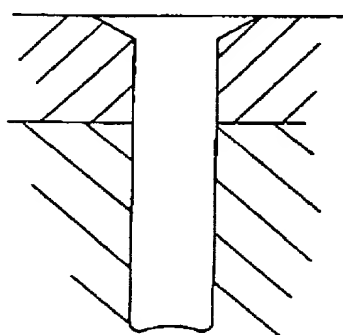
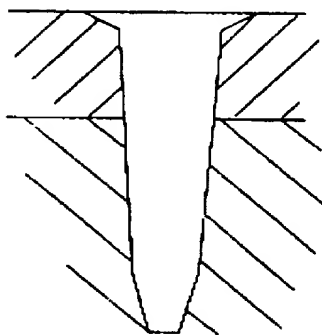
第十七圖



第十八圖

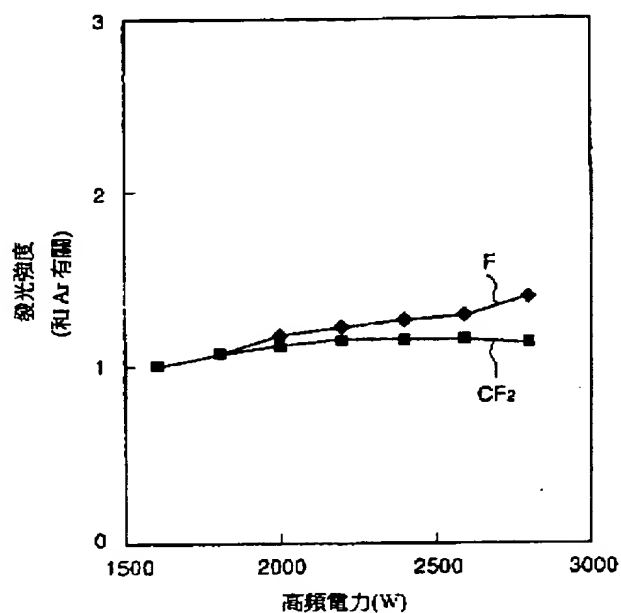
(a) $B = 0$ 高士

(b) $B = 30$ 高士

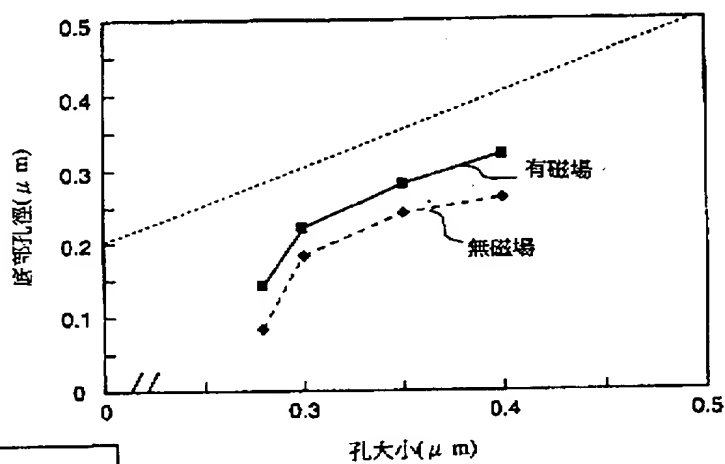


第二十圖

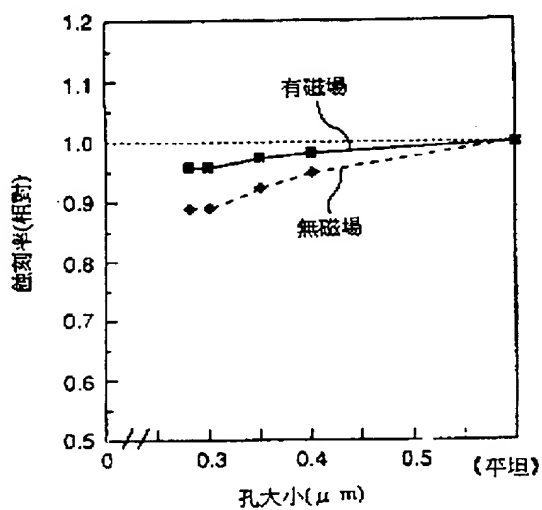
(11)



第十九圖

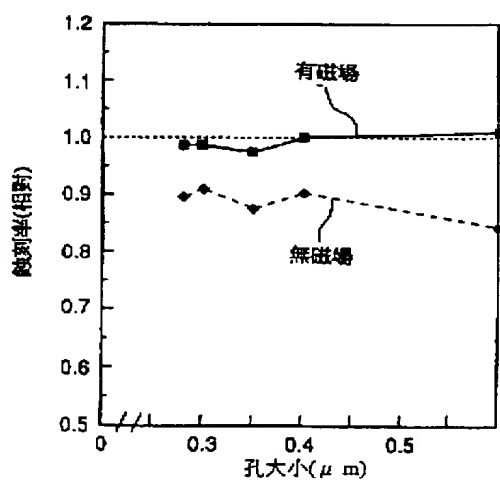


第二十一圖

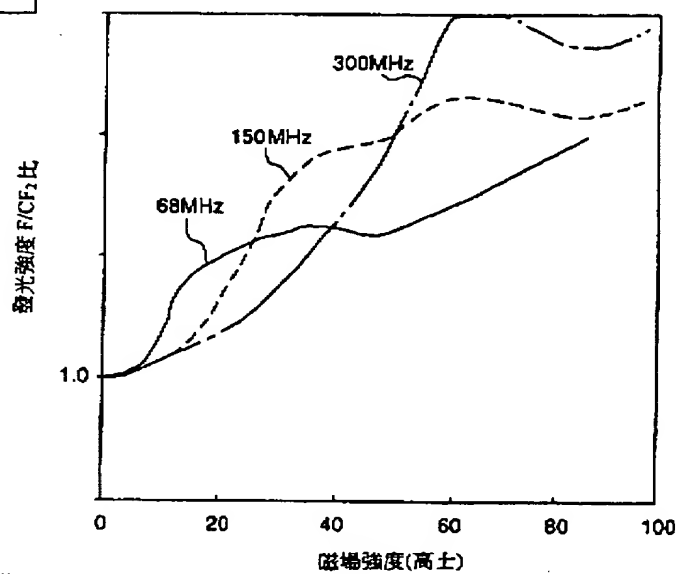


第二十二圖

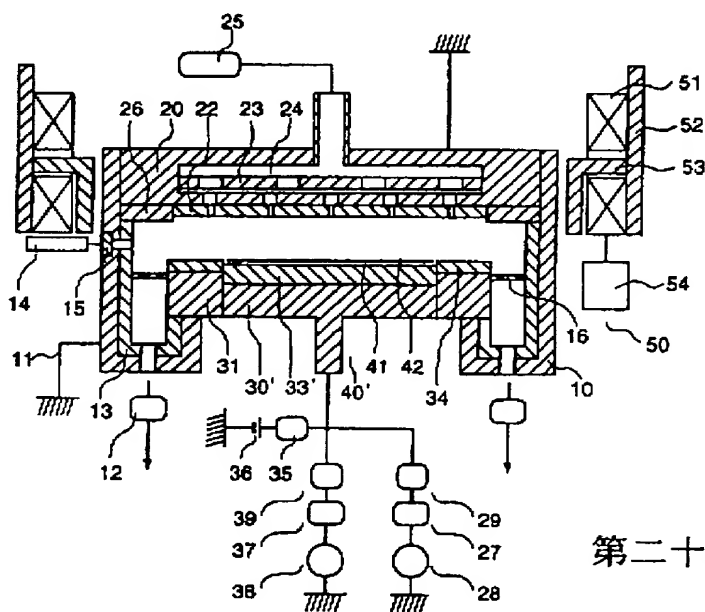
(12)



第二十三圖

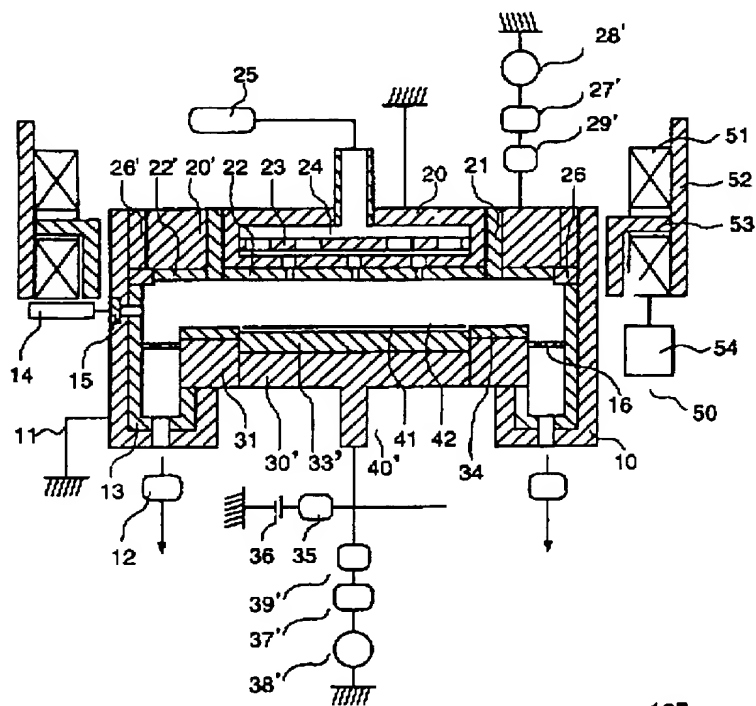


第二十四圖

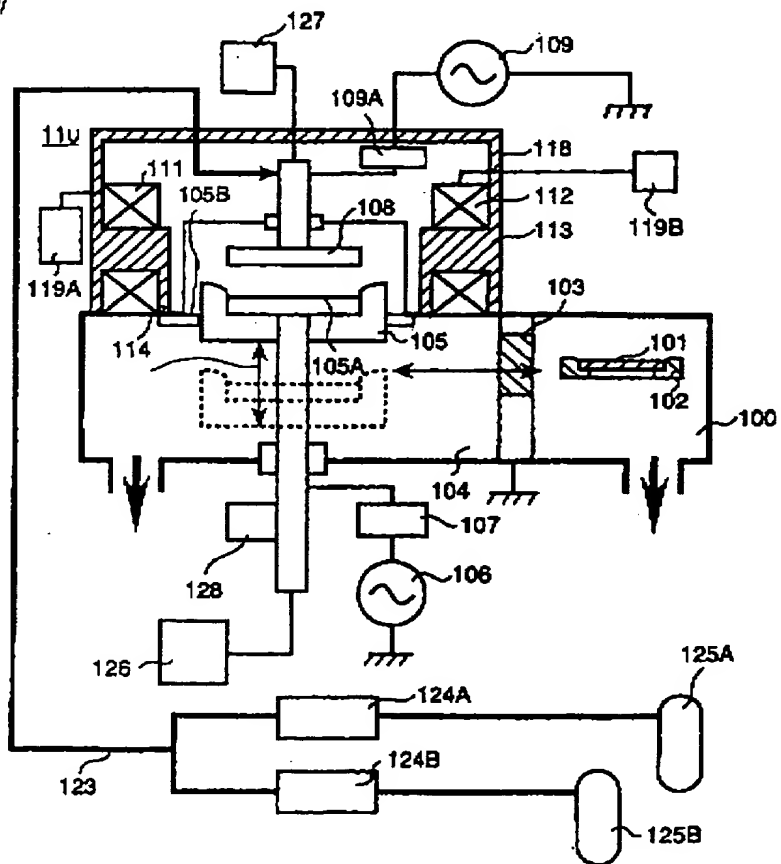


第二十五圖

(13)

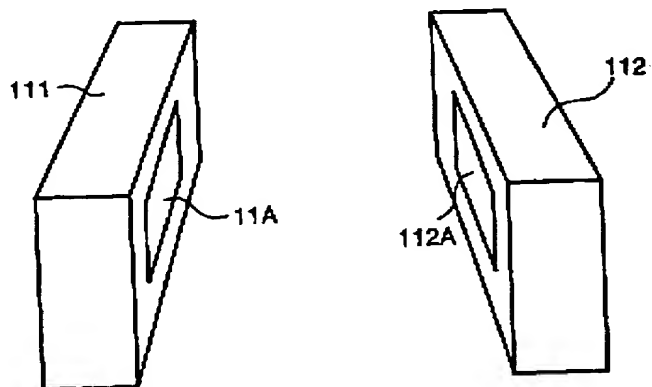


第二十六圖

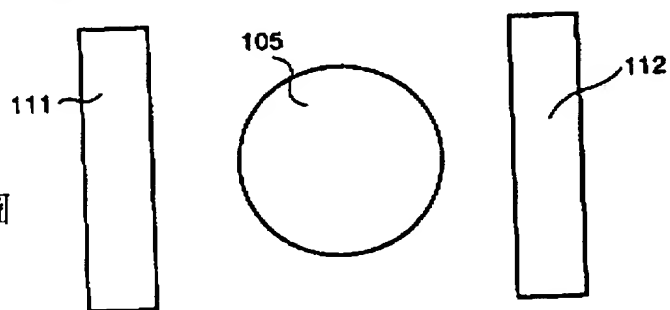


第二十七圖

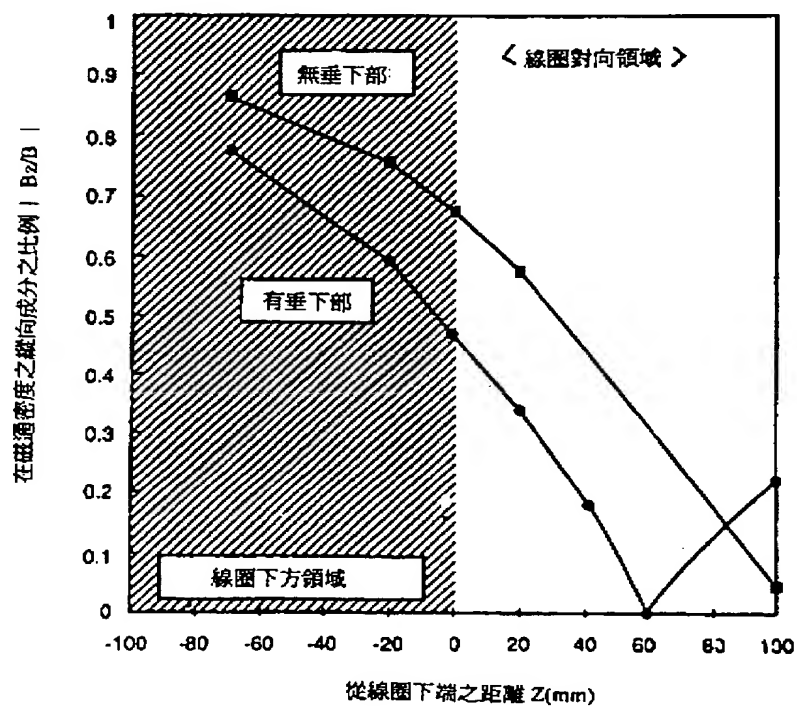
(14)



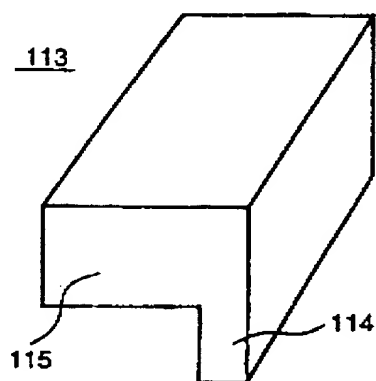
第二十八圖



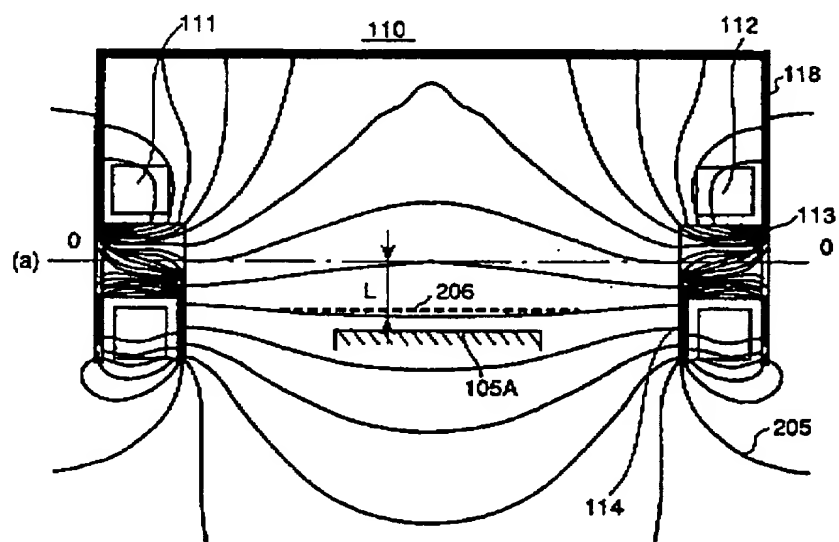
第二十九圖



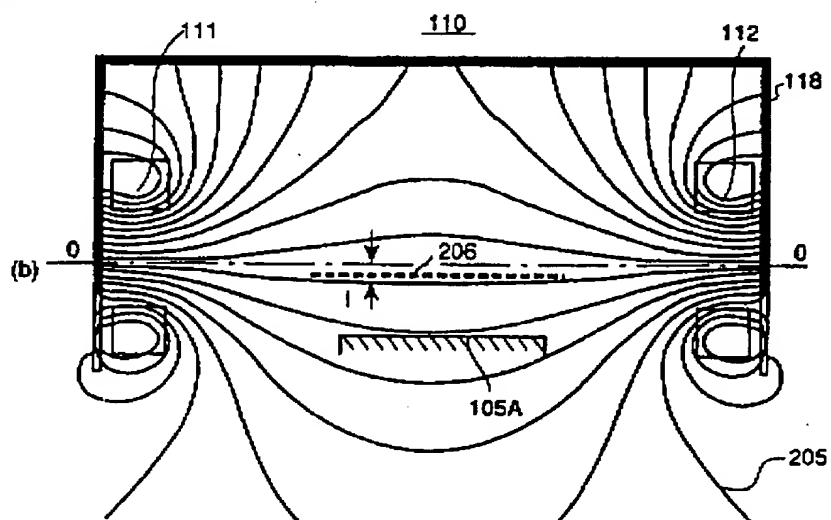
第三十二圖



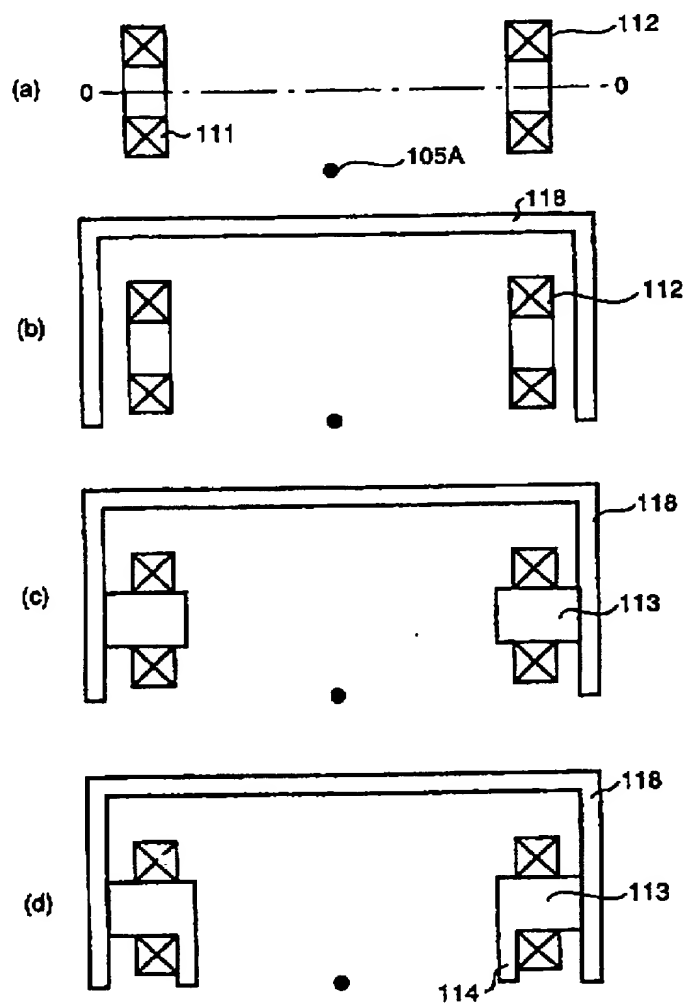
第三十圖



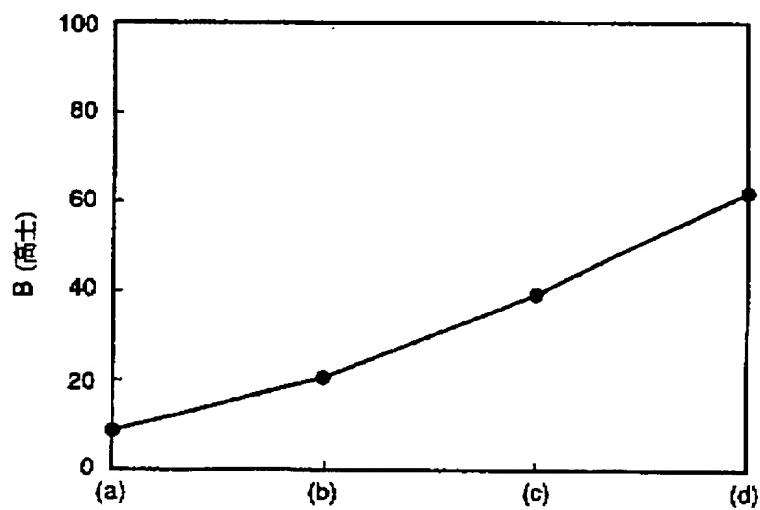
第三十一圖



(16)

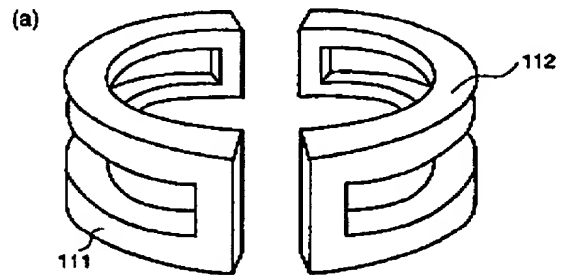


第三十三圖

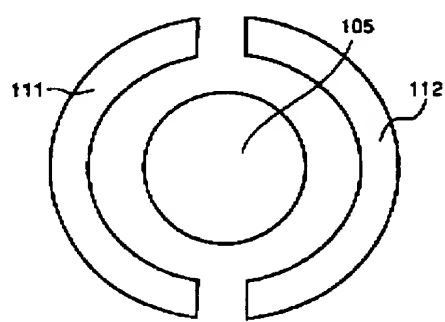
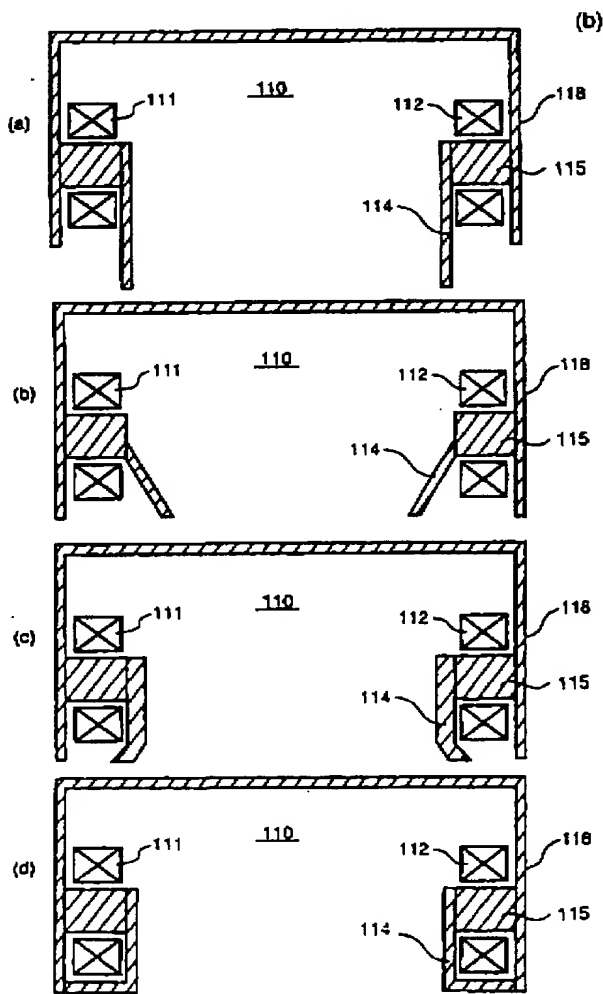


第三十四圖

(17)

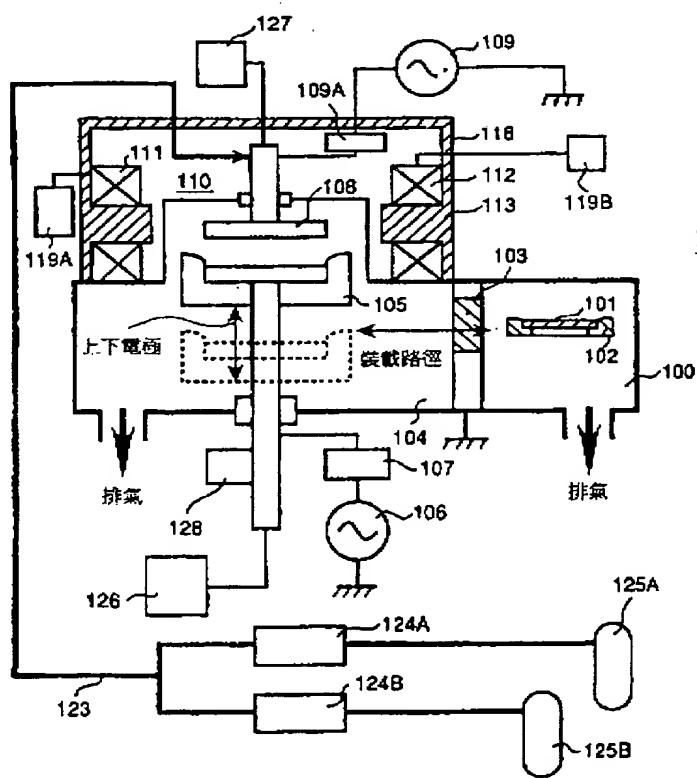


第三十五圖

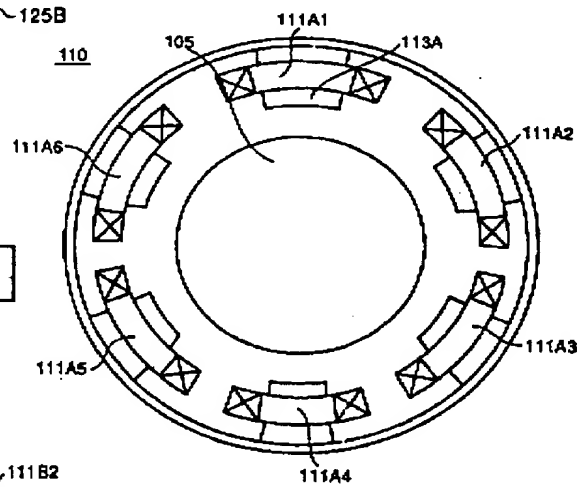


第三十六圖

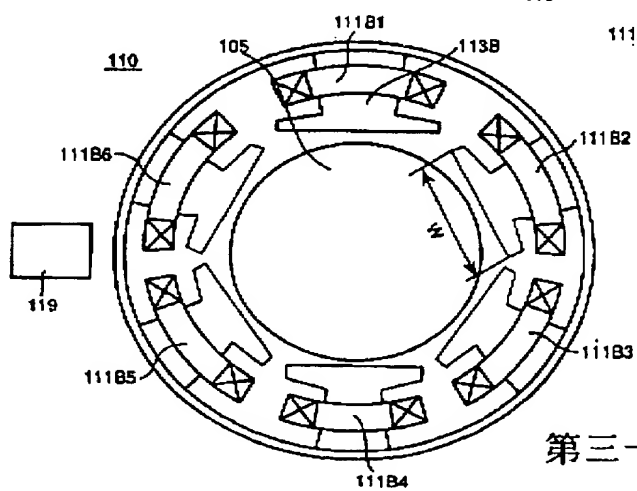
(18)



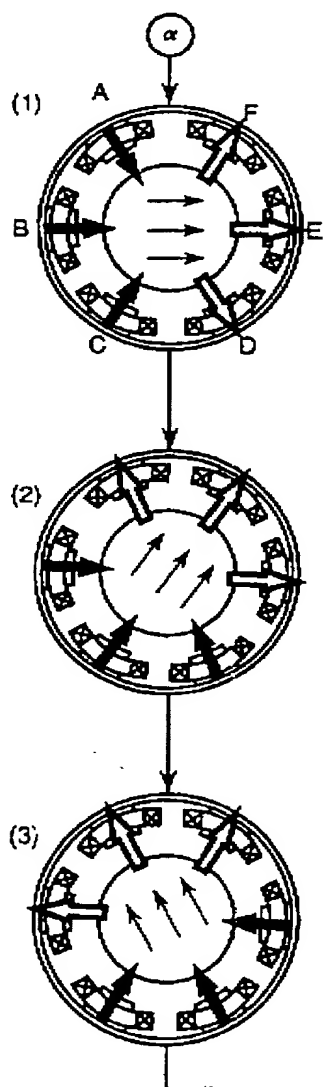
第三十七圖



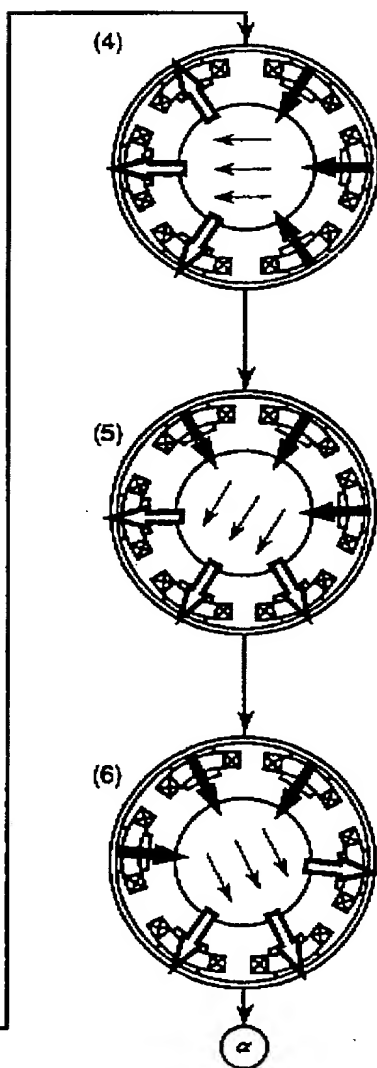
第三十八圖



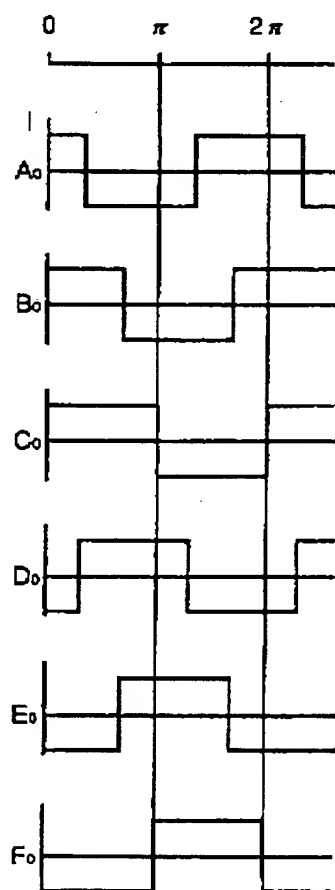
第三十九圖

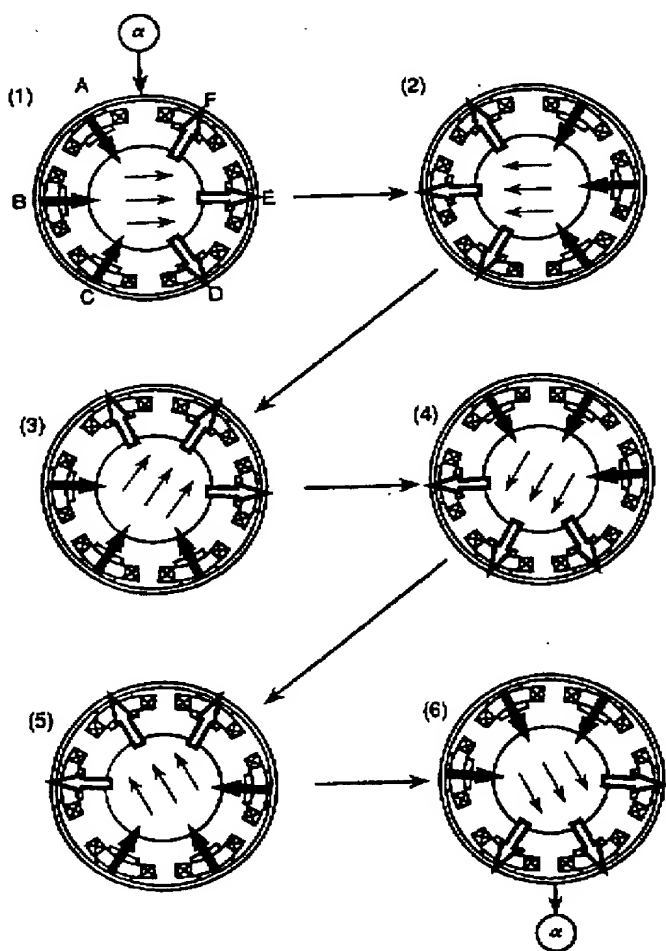


第四十圖



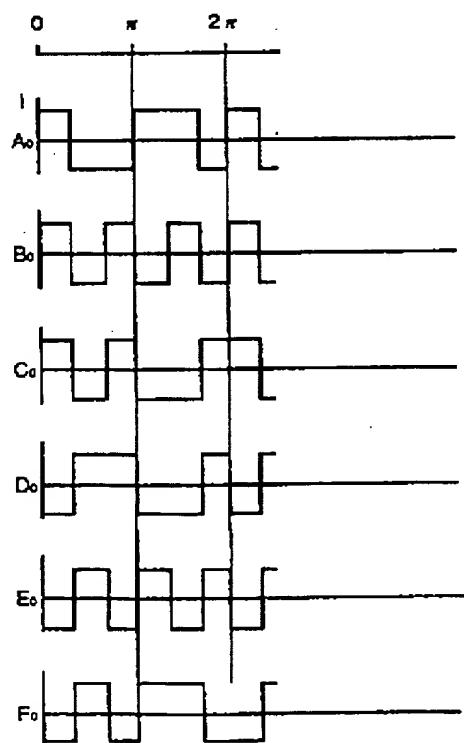
第四十一圖



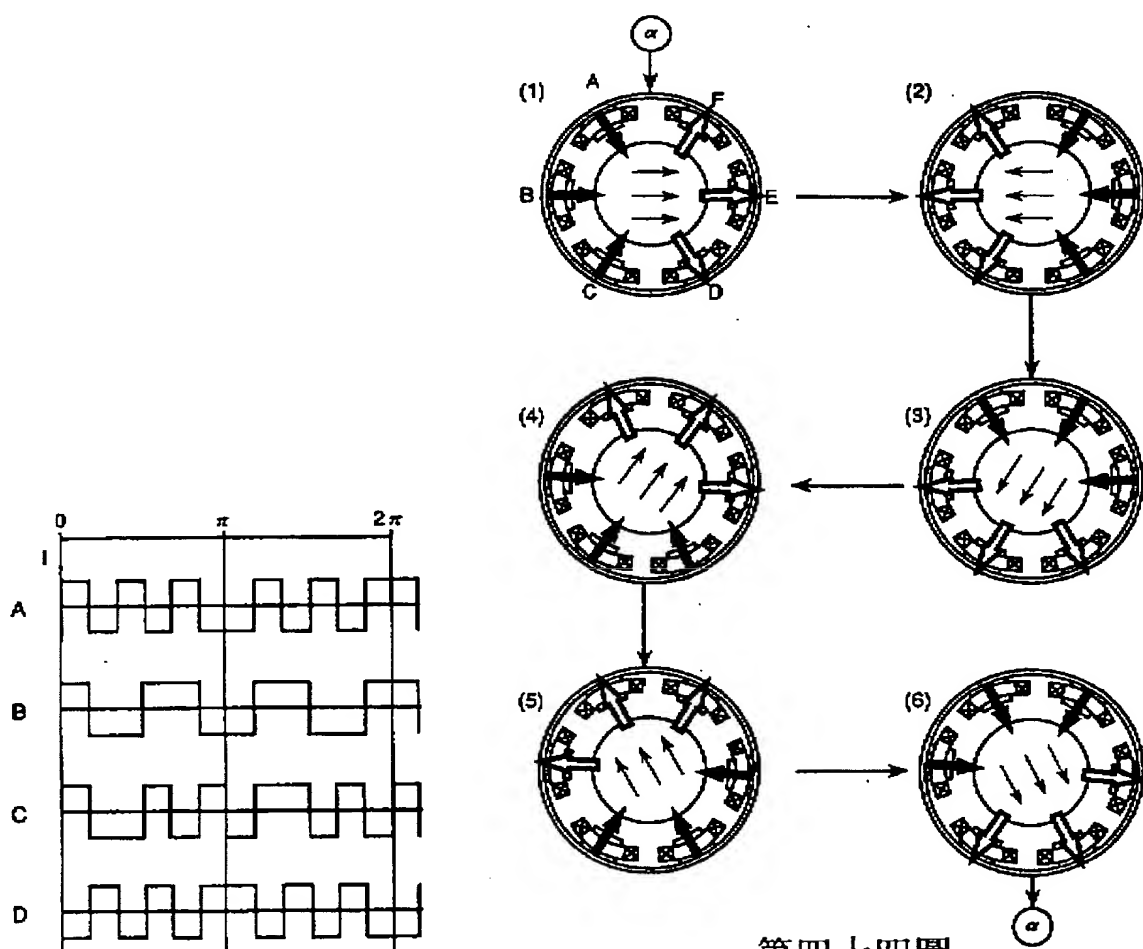


第四十二圖

第四十三圖



(21)

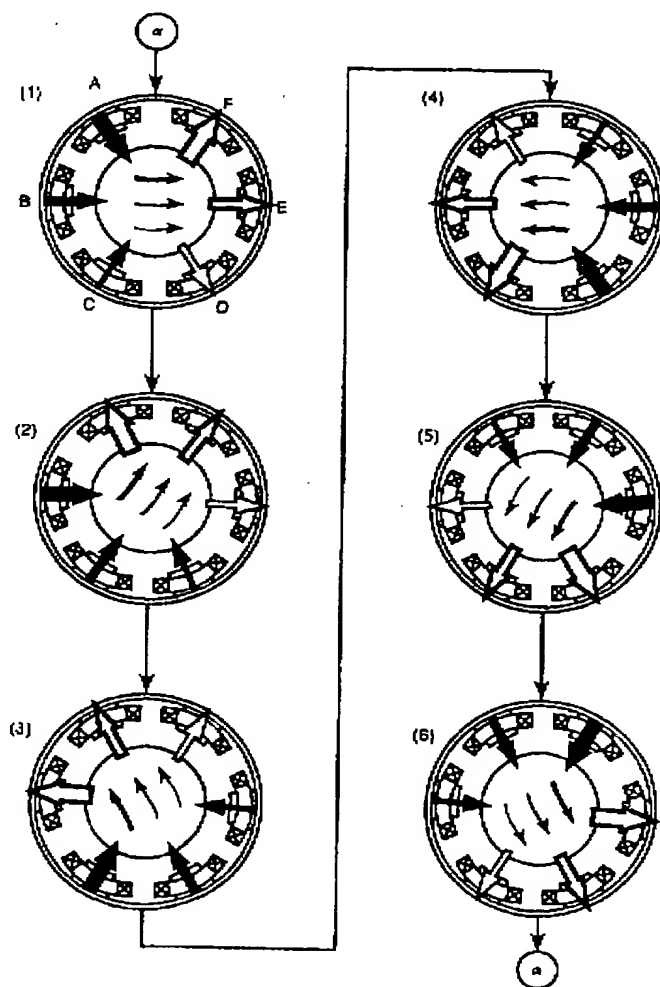


第四十四圖

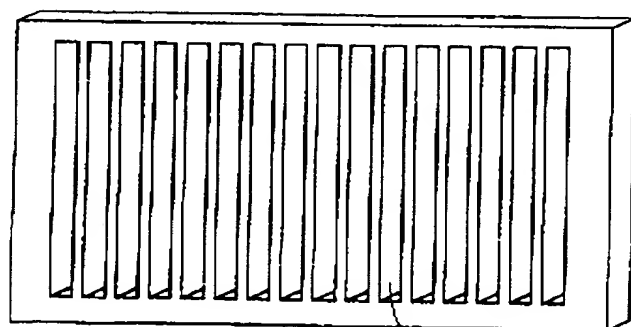


第四十五圖

(22)



第四十六圖

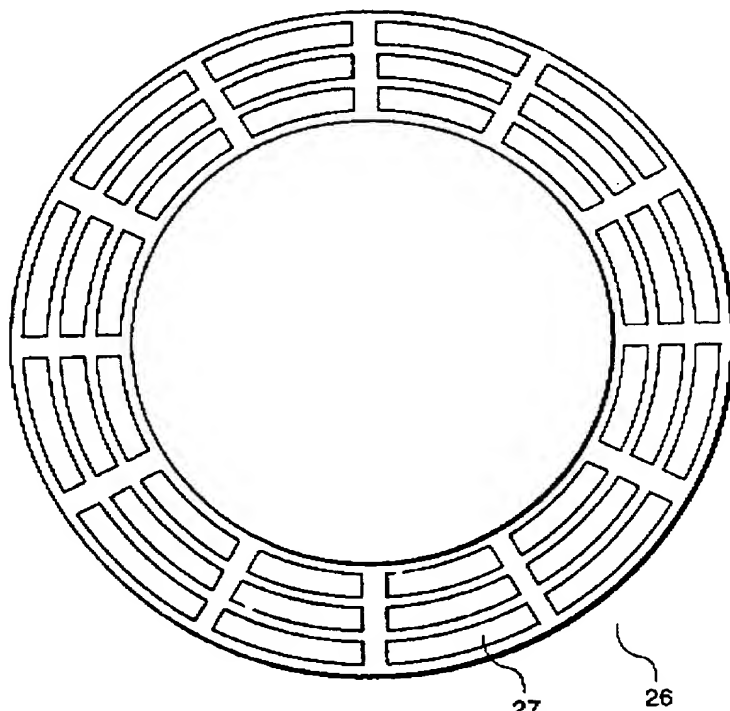


第四十八圖

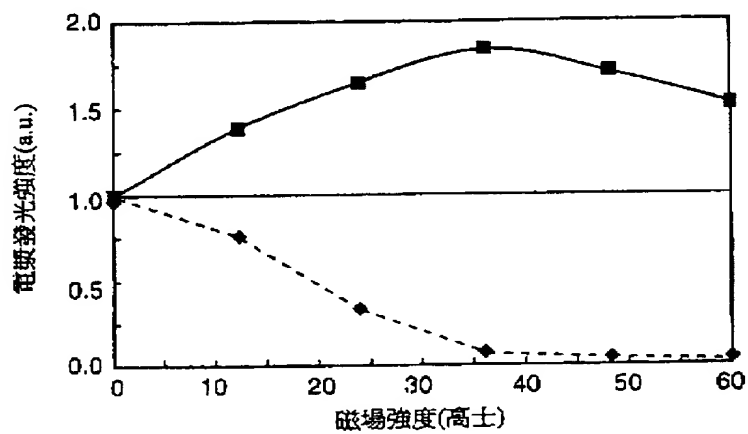
26'

27'

(23)

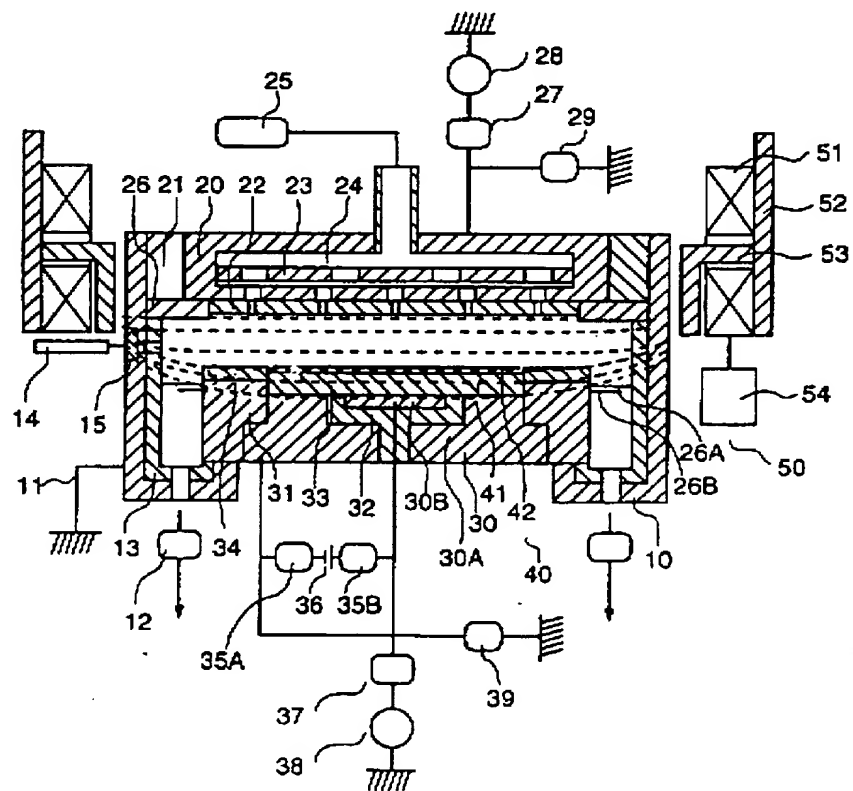


第四十七圖



第四十九圖

(24)



第五十圖